



**HAL**  
open science

## Contrôler ses comportements et ses cognitions facilite-t-il la réalisation d'un puzzle ?

Cloé Inzaina

► **To cite this version:**

Cloé Inzaina. Contrôler ses comportements et ses cognitions facilite-t-il la réalisation d'un puzzle ?. Education. 2020. dumas-03107355

**HAL Id: dumas-03107355**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03107355>**

Submitted on 12 Jan 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Année universitaire 2019-2020**

***Master Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation***

***Mention Premier degré***

**Contrôler ses comportements et ses  
cognitions facilite-t-il la  
réalisation d'un puzzle ?**

**Présenté par Cloé INZAINA**

**Mémoire de M2 encadré par Jérôme CLERC**

## Table des matières

<b>1. Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Les puzzles</b>	<b>2</b>
1.1.1. Définition	2
1.1.2. Place du puzzle dans les programmes scolaires	2
1.1.3. Stratégies de résolution d'un puzzle	2
1.1.4. Compétences travaillées lors de la réalisation de puzzles	3
<b>1.2. Les fonctions exécutives</b>	<b>4</b>
1.2.1. Définition et rôles des fonctions exécutives	4
1.2.2. Différents types de fonctions exécutives	4
1.2.3. Développement des fonctions exécutives chez l'enfant préscolaire	6
1.2.4. Déficiences des fonctions exécutives et conséquences sur le plan scolaire	7
<b>1.3. Liens entre puzzles et fonctions exécutives</b>	<b>8</b>
<b>1.4. Problématique et hypothèses</b>	<b>9</b>
<b>2. Méthode</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Participants</b>	<b>10</b>
<b>2.2. Description du matériel et déroulement de chaque tâche</b>	<b>10</b>
2.2.1. Tâche 1 : « Tête – Epaulés – Genoux – Pieds » (TEGP)	10
2.2.2. Tâche 2 : Tri de cartes à changement de dimension (DCCS)	11
2.2.3. Tâche 3 : Traçage de piste – préscolaire (Trail-P)	13
2.2.4. Tâche 4 : Empan inverse	15
2.2.5. Tâche 5 : Résolution d'un puzzle	16
<b>3. Résultats</b>	<b>17</b>
<b>3.1. Analyse de moyennes et écarts-types</b>	<b>17</b>
3.1.1. Moyennes et écarts-types des temps de résolutions de puzzle	17
3.1.2. Moyennes et écarts-types des scores obtenus aux différents tests	18
<b>3.2. Analyses de régression</b>	<b>19</b>
3.2.1. Liens entre le score total au test d'empan inverse et le score au puzzle	20
3.2.2. Liens entre le score total au test TEGP et le score au puzzle	21
3.2.3. Liens entre le score total au test DCCS et le score au puzzle	21
3.2.4. Liens entre les scores au test du Trail-P et le score au puzzle	22
3.2.5. Liens entre les tentatives d'emboîtement erronées et le score au puzzle	23
3.2.6. Liens entre les tentatives d'emboîtement erronées et l'inhibition	24
<b>3.3. Corrélation entre les scores des différents tests des FE</b>	<b>24</b>
<b>4. Discussion</b>	<b>25</b>
<b>4.1. Validation des hypothèses</b>	<b>25</b>
<b>4.2. Limites et perspectives</b>	<b>28</b>
4.2.1. Limites	28
4.2.2. Perspectives	29
<b>Conclusion</b>	<b>30</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>31</b>

## **1. Introduction**

Les activités de puzzle et d'encastrement sont particulièrement prisées par les enfants dès leur plus jeune âge, par les parents à la maison et par les enseignants dans les classes de maternelle. Les puzzles ne sont pas qu'une simple activité ludique qui permet d'occuper les élèves dans la classe, pendant le temps d'accueil, après un travail en atelier ou lorsque l'enseignant est occupé ailleurs. Même s'il est régulièrement considéré comme une activité autonome, le puzzle nécessite une grande concentration et un apprentissage. Comme dans toute activité de résolution de problèmes, c'est-à-dire situation nouvelle ou complexe qui ne va pas être traitée par le sujet de manière automatique et immédiate, la résolution de puzzle va susciter chez l'enfant un lourd travail cognitif. En effet, l'enfant va devoir faire appel à ses connaissances sur les formes, les tailles, les couleurs, en plus de faire preuve de précision dans les gestes pour saisir les pièces, les tourner et les encastrent les unes avec les autres dans le plateau. Tout cela doit être réalisé en mobilisant des capacités de concentration, d'observation et de réflexion, par la mise en relation d'indices pour reconstruire un ensemble. C'est pourquoi le puzzle doit faire l'objet d'un enseignement en passant par l'apprentissage des stratégies de résolution.

Les processus cognitifs nécessaires à la réalisation de tâches complexes telles que la résolution de puzzle sont appelés fonctions exécutives. Si elles ont été l'objet de nombreuses recherches en psychologie ces dernières années, aucune corrélation ou régression n'a encore été clairement identifiée entre les différentes fonctions exécutives (inhibition, flexibilité et mémoire de travail) et le temps mis lors de la résolution d'un puzzle chez un public d'âge préscolaire. Ce sujet fera donc l'objet de ce mémoire. A partir des résultats de tests neuropsychologiques encadrés par des professeurs des écoles stagiaires en classes de maternelle, nous tenterons de montrer le lien entre les différentes fonctions exécutives et le temps de réalisation de puzzle chez les enfants de 3 à 6 ans.

Pour cela, nous allons d'abord aborder la résolution de puzzle, décrire les différentes fonctions exécutives, et mettre en lien ces deux sujets. Ensuite, nous décrirons la méthode utilisée pour chacun des tests menés en classe, puis rapporterons et analyserons les résultats obtenus. Enfin, nous répondrons à la problématique énoncée à l'aide de la validation ou non des hypothèses de départ. Nous terminerons ce mémoire en expliquant les apports de ce mémoire au point de vue professionnel et ses limites.

## 1.1. Les puzzles

### 1.1.1. Définition

Le puzzle est un jeu de casse-tête qui consiste à reconstituer une image découpée en petits morceaux à l'aide d'un modèle. Ces morceaux sont les pièces du puzzle. Elles sont de taille semblable et s'emboîtent entre elles grâce à des excroissances et des creux présents sur leurs bords. La difficulté d'un puzzle dépend du nombre de pièces, de la taille des pièces, de la présence de marqueurs visuels caractéristiques sur les pièces, de la dimension du puzzle une fois fini, et de la présence ou pas du modèle du puzzle sur lequel les pièces peuvent être juxtaposées.

### 1.1.2. Place du puzzle dans les programmes scolaires

D'après le Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MENESR), l'enfant doit apprendre en jouant, car « le jeu favorise la richesse des expériences vécues par les enfants dans l'ensemble des classes de l'école maternelle et alimente tous les domaines d'apprentissages [...] L'enseignant donne à tous les enfants un temps suffisant pour déployer leur activité de jeu. Il les observe dans leur jeu libre afin de mieux les connaître. » (Bulletin officiel spécial n° 2 du 26 mars 2015, p. 4). Toujours d'après le programme de maternelle, les enfants doivent apprendre en réfléchissant et en résolvant des problèmes. De fait, les jeux d'encastrement et les puzzles sont des activités ludiques et de **résolution de problèmes**. Ils ont d'ailleurs leur place dans les attendus de fin de Cycle 1. En effet, dans le volet *Formes et Grandeurs* du domaine *Construire les premiers outils pour structurer sa pensée*, les compétences « Reproduire un assemblage à partir d'un modèle (puzzle, pavage, assemblage de solides) » et « Classer des objets en fonction de caractéristiques liées à leur forme » sont requises en fin de maternelle, tout comme « Situer des objets les uns par rapport aux autres » dans le volet *Se repérer dans l'espace* du domaine *Explorer le monde*.

### 1.1.3. Stratégies de résolution d'un puzzle

Le puzzle est certes une activité ludique, mais c'est aussi une activité qui demande de raisonner et d'employer une stratégie de réalisation. Trois stratégies différentes peuvent être empruntées lors la réalisation d'un puzzle (Cordier et Pestel, 1986).

La première est la **stratégie structurante**. Cette stratégie experte n'est pas innée et nécessite donc un apprentissage. Cette stratégie consiste à commencer le puzzle en plaçant les pièces des quatre angles, puis les pièces des bordures, et enfin en complétant l'intérieur du puzzle en utilisant la stratégie figurative.

La deuxième est la **stratégie figurative**. Dans ce cas, le sujet commence le puzzle en essayant de reconstituer des éléments figuratifs (associer des couleurs proches, reconstituer un visage, un dessin connu). Ensuite, une fois les éléments principaux assemblés, le sujet termine le puzzle avec le décor manquant.

La troisième est la **stratégie aléatoire**. Ici, le sujet place les pièces de puzzle sans chercher à reconstituer un élément figuratif et sans prendre en compte la spécificité des pièces (bords et angles) et tente de les emboîter au hasard. Même si cette procédure est qualifiée de stratégie, elle est peu efficace et reflète plutôt une absence de stratégie évidente.

#### **1.1.4. Compétences travaillées lors de la réalisation de puzzles**

Pour résoudre un puzzle, le sujet doit faire appel à des **compétences de motricité fine**. En effet, il doit réussir à saisir et soulever les pièces du support sur lequel elles sont posées. Cette tâche est d'autant plus difficile que les pièces sont fines et de petite taille. Le sujet doit ensuite manipuler les pièces pour les tourner selon plusieurs axes et les emboîter entre elles pour reconstituer l'image. Il arrive que le sujet doive retirer délicatement un emboîtement erroné.

Le sujet doit également utiliser ses **compétences visuo-spaciales**. En effet, il doit repérer les différents motifs et couleurs présents sur les pièces, ainsi que la forme de ces dernières. Il doit aussi faire attention à l'orientation des pièces, ainsi qu'à leur disposition les unes par rapport aux autres et dans l'espace (compétence de structuration de l'espace).

Ensuite, le sujet doit faire preuve de **compétences stratégiques**. En effet, réaliser un puzzle de manière efficace (le plus rapidement possible) requiert une certaine méthodologie, en mettant en place des stratégies comme trier préalablement les pièces, commencer le puzzle en positionnant d'abord les coins, puis les bords (stratégie structurante), et ensuite compléter l'intérieur en reconstituant les figures principales (stratégie figurative).

Enfin, des autres compétences indispensables à la résolution de puzzles, plus propres à la personnalité du sujet, peuvent être ajoutées : la **patience**, la **concentration** et la **gestion des émotions**.

## **1.2. Les fonctions exécutives**

### **1.2.1. Définition et rôles des fonctions exécutives**

Les fonctions exécutives (FE) peuvent être définies comme un ensemble de processus cognitifs de haut niveau qui gouvernent les actions dirigées vers un but et les réponses adaptatives face à des situations nouvelles et/ou complexes (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000). Ces processus cognitifs de contrôle sont sollicités quand nous devons nous concentrer sur une tâche, mémoriser et manipuler des informations, nous adapter à de nouveaux environnements ou règles et plus généralement quand les habitudes ou les automatismes ne suffisent pas à atteindre ces buts (Diamond, 2013).

Les fonctions exécutives occupent une place centrale dans le développement psychologique de l'enfant, que ce soit pour la mise en place des apprentissages, la régulation du comportement ou l'intégration des connaissances sociales (Roy, 2015). Elles sont constituées de processus qui permettent de guider et gérer les habiletés motrices, sociales, affectives, langagières et cognitives de l'enfant, en particulier pendant une nouvelle action ou une situation de résolution de problèmes. Elles permettent à l'enfant de s'adapter à son environnement et de gérer son comportement dans la vie quotidienne, en particulier à l'école (Diamond, Barnett, Thomas, Munro, 2007). En effet, avoir de bonnes capacités attentionnelles et un comportement adapté, tout comme stocker et manipuler des informations en mémoire et faire preuve d'une flexibilité cognitive, font partie des prérequis nécessaires à une intégration scolaire et sociale.

### **1.2.2. Différents types de fonctions exécutives**

Selon Chevalier (2010), les FE ont été considérées comme ne faisant qu'un seul et même bloc pendant de nombreuses années. Cependant, de plus en plus de chercheurs tentent de montrer que les FE sont en fait divisées en plusieurs sous-composantes (Miyake *et al.*, 2000). Cette idée est reprise par Diamond (2013), qui détaille les principales FE à travers un modèle intégratif à composantes multiples.

La première FE du modèle de Miyake et al. (2000) est la **mémoire de travail** (MdT). Elle est définie comme la capacité à retenir et à manipuler mentalement des informations pendant un temps limité (Alloway, Gathercole, et Pickering, 2006). Dans le contexte éducatif, elle permet à l'enfant de retenir une information, et de l'utiliser d'une manière appropriée dans un autre contexte (Roberts et Pennington, 1996). Un modèle de mémoire de travail a été proposé par

Baddeley et Hitch (1974). Ces derniers proposent un système comportant de multiples composants. D'abord, le modèle comporte deux systèmes dits « esclaves » : la boucle phonologique, qui permet de retenir et de manipuler des informations verbales, et le calepin visuospatial, qui permet de retenir des informations visuelles. Ensuite, le système attentionnel de contrôle (administrateur central) intègre les informations issues des deux sous-systèmes (systèmes esclaves) et les met en relation avec les connaissances conservées en mémoire à long terme.

L'**inhibition** est la seconde FE du modèle de Miyake *et al.* (2000). Elle permet à l'enfant de se retenir, de trier et bloquer les informations non pertinentes afin d'atteindre un objectif. (Simpson et Riggs, 2007). Ainsi, la capacité d'inhibition permet à l'enfant d'agir conformément au contexte donné. Dans la classe, l'inhibition s'avère un processus cognitif important, car les élèves doivent ignorer le bruit de fond de la classe et rester attentifs aux explications de leur enseignant. Elle permet également à l'enfant de modifier ses actions au regard des exigences de l'environnement. De plus, toujours en contexte scolaire. Selon Virat et Clerc, « Être capable de se retenir se décline à la fois sur les plans cognitif, émotionnel et comportemental » (2017, p. 33). Ces derniers proposent donc trois types d'inhibitions différentes : l'inhibition cognitive, l'inhibition comportementale, et l'inhibition émotionnelle.

- L'**inhibition cognitive** permet de réaliser sans se tromper des tâches pour lesquelles la réponse attendue entre en conflit avec la réponse automatique. Par exemple, dans le test de Stroop, qui consiste à demander à une personne de dire à voix haute le plus vite possible la couleur dans laquelle est écrite le nom d'une autre couleur, le sujet doit faire preuve d'une grande inhibition cognitive pour réussir le test (Virat & Clerc, 2017).
- L'**inhibition comportementale** permet de se retenir d'émettre un comportement inadéquat. Par exemple, grâce à elle, un enfant qui joue au célèbre jeu du « Jacques a dit » peut se retenir de faire l'action demandée pour ne pas perdre.
- L'**inhibition émotionnelle** peut consister à limiter l'intensité de réaction émotionnelle ou encore résister à une tentation. Par exemple, dans un test créé par Walter Mischel, un enfant seul dans une pièce doit résister pendant plusieurs minutes à l'envie de manger un Chamallow disposé juste devant lui, dans le but d'en obtenir un deuxième (il pourra alors manger les deux) lors du retour d'un adulte. La tentation est immense, mais l'enfant doit faire preuve d'inhibition émotionnelle.



La **flexibilité cognitive** (ou mentale), troisième FE du modèle de Miyake *et al.* (2000), permet à l'enfant de basculer entre plusieurs représentations, tâches, stratégies ou comportements en s'adaptant (Chevalier, 2010). Cette FE lui permet de se désengager d'une tâche pour s'engager dans une nouvelle, suite à un changement de consigne par exemple.

Des chercheurs ajoutent la planification au modèle Miyake *et al.* (2000). Cependant cet ajout est controversé puisque d'autres chercheurs ne pensent pas que la planification, ainsi que le raisonnement et la résolution de problème, soient des FE principales, mais plutôt des FE secondaires. La planification consiste en l'identification et l'organisation des étapes et des éléments qui sont nécessaires pour atteindre un but. Dans le cadre scolaire, elle permet à l'enfant de prédire et d'évaluer ses comportements lors d'une activité ou dans la réalisation d'une tâche.

### **1.2.3. Développement des fonctions exécutives chez l'enfant préscolaire**

L'apparition et la complexification des FE chez l'être humain semblent liées à la maturation du cortex préfrontal (Diamond, 1985).

Selon Monette et Bigras, qui reprennent l'étude d'Anderson, Levin, & Jacobs (2002), « Le développement du cortex préfrontal, étudié à la fois à l'aide de l'EEG, de l'imagerie cérébrale et des analyses métaboliques, présente des pics de développement entre 0–2 ans, 7–9 ans et 16–19 ans » (2008, p. 326).

Si les avis divergent entre différents chercheurs en neuropsychologie à propos des âges, les auteurs spécialistes des FE à l'âge préscolaire sont d'accord pour dire qu'un changement important s'opère au niveau des FE entre 3 et 5 ans (Garon *et al.*, 2008 ; Zelazo et Müller, 2002), donc chez les enfants d'âge préscolaire.

L'inhibition commence à se développer dès les premiers mois de la vie d'un enfant (Chevalier, 2010). Cela est démontré grâce l'épreuve du « A-non-B ». Cette épreuve consiste à placer un objet sous les yeux d'un enfant et à le changer d'emplacement. « Les enfants de 8 mois ont tendance à continuer de chercher l'objet là où ils l'ont précédemment retrouvé, même après que l'objet a été placé dans le nouvel emplacement. En revanche, dès l'âge de 12 mois, les enfants parviennent à inhiber la tendance à chercher à l'emplacement initial » (Diamond, 1985, cité par Chevalier, 2010, p. 152). Ensuite, les capacités d'inhibition continuent à croître entre l'âge de 1 et 3 ans (Chevalier, 2010). Puis, vers l'âge de 3 ou 4 ans, un processus d'inhibition plus complexe se met en place. Enfin, les capacités d'inhibition augmentent rapidement et se

complexifient entre les âges de 5 et 8 ans, puis augmentent plus lentement durant l'adolescence. C'est à l'âge de 17 ans que les capacités d'inhibition atteindraient un niveau équivalent à celui de l'adulte (Fournernet et des Portes, 2017).

Pour ce qui est de la mémoire de travail, d'après Fournernet et des Portes, « À la différence de l'inhibition, il existerait une progression plus linéaire de cette capacité au cours du développement, de l'âge de 4 ans jusqu'à l'adolescence, sans décalage de phase ou de niveau entre la composante verbale et visuo-spatiale ». (2017, p. 68).

La communauté scientifique semble avoir des avis divergents sur le développement de la flexibilité. En effet, selon Zelazo et al., « les capacités de flexibilité cognitive connaissent un très fort développement durant la période préscolaire, en particulier de 3 à 4 ans » (2003, cité par Chevalier, 2010, p. 155). Au contraire, pour Davidson, Amso, Anderson et Diamond, « ces compétences progresseraient de façon constante jusqu'à l'adolescence, puis se stabiliseraient à l'âge adulte, avec notamment une diminution du rapport vitesse/précision » (2006, cité par Fournernet et des Portes, 2010).

Si la maturation du cortex préfrontal semble influencer le développement des FE, d'autres facteurs liés à l'environnement d'un individu exerceraient également un effet sur ce développement, notamment en raison de la plasticité du cerveau de l'enfant. En effet, d'après le Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement [CERI], « La plasticité cérébrale réfère à la malléabilité du cerveau, qui dispose d'une grande capacité d'adaptation aux demandes de l'environnement » (2007, cité par Stéphanie Duval, Caroline Bouchard et Pierre Pagé, 2017, p. 4).

#### **1.2.4. Déficiences des fonctions exécutives et conséquences sur le plan scolaire**

Selon plusieurs études, des déficiences des FE chez les enfants peuvent avoir différentes conséquences sur leur réussite scolaire. En effet, Clark, Pritchard et Woodward (2010) ont essayé de prédire le rendement en mathématiques chez des enfants de 6 ans grâce à leurs FE mesurées à 4 ans. Ils ont montré que les FE permettent de prédire le rendement en mathématiques. Ensuite, la MdT, l'inhibition et la planification de l'enfant sont associées à ses habiletés en littératie (Engel de Abreu *et al.*, 2014). De plus, un enfant débutant l'école avec de faibles FE serait plus à même de vivre des difficultés aux plans cognitif et socioaffectif (Diamond, 2009).

Enfin, les TDAH et les comportements perturbateurs chez les enfants d'âge préscolaire sont associés à de plus faibles capacités d'inhibition (Monette, Bigras et Guay, 2015).

Ainsi, ces études montrent que les FE ont une importance cruciale dans la réussite éducative de l'enfant, d'où la pertinence d'étudier les facteurs qui sont susceptibles de les favoriser dans le parcours scolaire. Il est à noter que la période préscolaire s'avère particulièrement sensible pour le développement des FE.

### **1.3. Liens entre puzzles et fonctions exécutives**

Les compétences mobilisées par un enfant lors d'une situation-problème telle que la réalisation d'un puzzle impliquent les FE.

La mémoire de travail permet à l'enfant de se souvenir des pièces qu'il a déjà essayé de placer sans succès à un endroit, et ainsi de ne pas persévérer dans son erreur. Elle lui permet aussi de mémoriser le modèle et de ne pas l'oublier pendant qu'il cherche une pièce précise, et ainsi de gagner du temps en le consultant le moins possible. Aussi, la mémoire de travail permet au sujet de mémoriser les particularités et l'emplacement des pièces qui ne sont pas encore emboîtées pour que le sujet les retrouve plus rapidement lorsqu'il a besoin d'une pièce précise.

L'inhibition permet à l'enfant de se retenir de prendre une mauvaise pièce. Elle permet aussi d'éviter de forcer l'emboitement de deux pièces qui ne peuvent pas s'assembler. Elle est nécessaire pour qu'un enfant ne persévère pas lors d'un emboitement erroné. Elle permet également de trier l'information pertinente de l'information parasite lorsque l'enfant choisit les pièces du puzzle. En effet, plutôt que de choisir une pièce qui lui plaît (de par sa couleur ou son motif), il va choisir celle qui pourrait s'insérer à l'endroit ciblé selon des critères logiques de forme, de couleur ou de motif.

La flexibilité permet à l'enfant en train de réaliser un puzzle de changer de stratégie lorsque celle-ci n'est pas satisfaisante et productive. De plus, lorsque l'enfant ne parvient pas à placer et assembler une pièce qu'il a dans la main avec d'autres pièces du puzzle, la flexibilité lui permet de passer à autre chose, c'est-à-dire de changer de pièce, avec un nouveau motif, de nouvelles couleurs, une autre forme, pour pouvoir avancer dans la résolution du casse-tête. Enfin, elle permet de faciliter chez l'enfant l'alternance entre la recherche de pièces figuratives (une couleur ou un motif précis, comme le visage d'un personnage par exemple) et celle de pièces structurantes (les bords et les coins).

#### **1.4. Problématique et hypothèses**

Les FE sont des habiletés cognitives requises lors de la réalisation de tâches complexes ou inconnues telles que les résolutions de problèmes. Or, la réalisation d'un puzzle est une situation de résolution de problèmes. Vient alors la problématique de ce mémoire : « Contrôler ses comportements et ses cognitions facilite-t-il la réalisation d'un puzzle ? »

Des hypothèses peuvent alors être émises quant à la corrélation possible entre les capacités liées aux FE et la capacité de résolution des puzzles chez les enfants de 3 à 6 ans. L'objectif de cette étude sera de montrer si les enfants d'âge préscolaire ayant de bons résultats aux différents tests des fonctions exécutives sont aussi performants lors de la réalisation de puzzles.

Voici les cinq hypothèses qui seront testées lors de l'étude menée :

- Les élèves ayant la plus forte capacité d'inhibition sont les plus performants lors de la réalisation de puzzles.
- Les élèves ayant la meilleure mémoire de travail sont les plus performants lors de la réalisation de puzzles.
- Les élèves ayant le plus de flexibilité sont les plus performants lors de la réalisation de puzzles.
- Les élèves qui font le moins de tentatives d'emboîtement erronées sont les plus performants lors de la réalisation de puzzles.
- Les élèves qui utilisent la stratégie structurante pour réaliser le puzzle sont plus performants dans cette tâche.

## **2. Méthode**

### **2.1. Participants**

L'étude est menée auprès de 82 élèves de maternelle, scolarisés dans cinq écoles différentes des Savoies. L'échantillon est composé de 13 élèves de petite section (PS), 50 élèves de moyenne section (MS) et 19 élèves de grande section (GS).

### **2.2. Description du matériel et déroulement de chaque tâche**

#### **2.2.1. Tâche 1 : « Tête – Epaules – Genoux – Pieds » (TEGP)**

La première tâche présentée aux élèves est le « Tête – Epaules – Genoux – Pieds » (TEGP). L'édition originale est anglaise et se nomme « Head – Toes – Knees – Shoulders » (HTKS) (McClelland et Cameron, 2011, traduit en français par Clerc, 2016).

Cette tâche est composée de trois parties (TEGP 1, TEGP 2 et TEGP 3) qui sont elles-mêmes découpées en trois sous-parties (introduction, pratique et test). Le score est donné par un nombre de points qui correspond à la somme des bonnes réponses immédiates (2 points) et des bonnes réponses après auto-correction (1 point).

La première phase de la Partie 1 est une phase dite « d'introduction », dans laquelle l'examineur touche sa tête puis ses pieds en verbalisant son action et en demandant à l'enfant de l'imiter, pour s'assurer que l'enfant connaisse bien les parties de son corps. Dans la deuxième phase de la Partie 1, intitulée « phase de pratique », l'examineur demande à l'enfant d'effectuer le contraire de l'instruction demandée. Par exemple, si l'examineur dit « Touche tes pieds ! », l'enfant doit toucher sa tête et si l'examineur dit « Touche ta tête ! », alors l'enfant doit toucher ses pieds. Si l'enfant émet une bonne réponse, l'examineur donne un retour positif. Si au contraire il émet une mauvaise réponse, l'examineur lui explique de nouveau les consignes. Le nombre total de rappels des consignes est comptabilisé et ne peut pas excéder trois. Enfin, dans la troisième phase de la Partie 1, qui est la phase de test, l'enfant est évalué sur la même tâche que lors de la phase de pratique, mais ne reçoit cette fois-ci plus de feedback de la part de l'examineur et ne peut plus demander un rappel des consignes. Si l'enfant n'atteint pas un score minimal de 4/20, alors le test s'arrête à cette étape, et les phases suivantes ne sont alors pas mises en œuvre. Si au contraire l'enfant atteint ou dépasse ce score, alors le test continue et il passe à la deuxième partie.

Dans la Partie 2, la procédure est semblable à celle de la Partie 1, puisqu'elle conserve les trois phases (introduction, pratique et test). Cependant, deux parties du corps sont rajoutées aux précédentes : les genoux et les épaules. Ainsi, lorsque l'examineur dit « Touche tes épaules ! », l'enfant doit toucher ses genoux, lorsqu'il dit « Touche tes genoux ! », l'enfant touche ses épaules, quand il dit « Touche tes pieds ! », l'enfant touche sa tête, et enfin, quand l'examineur dit « Touche ta tête ! », l'enfant doit toucher ses pieds. Comme précédemment, si l'enfant n'atteint pas un score minimal de 4/20, alors le test s'arrête à cette étape et les phases suivantes ne sont alors pas mises en œuvre. Si au contraire l'enfant atteint ou dépasse ce score, le test continue et il passe à la troisième partie.

Dans la Partie 3, la procédure et les trois phases restent les mêmes, mais les règles changent. En effet, lorsque l'examineur dit « Touche ta tête ! », l'enfant doit toucher ses genoux, quand il dit « Touche tes genoux ! », l'enfant doit toucher sa tête, quand il dit « Touche tes épaules ! », l'enfant doit toucher ses pieds, et enfin, lorsque l'examineur dit « Touche tes pieds ! », l'enfant doit toucher ses épaules.

Ce test sert à évaluer principalement l'**inhibition** des participants, puisqu'ils doivent se retenir de faire l'action annoncée verbalement, et donc faire preuve d'un fort contrôle inhibiteur pour aller à l'encontre de ce qu'il leur est demandé. Toutefois, il faut faire attention à l'impureté de la tâche, car même si l'inhibition est la principale FE utilisée pour réaliser ce test, d'autres FE rentrent en jeu. En effet, dans la Partie 3 de ce test, les participants font appel à leur mémoire de travail en plus de l'inhibition, puisqu'ils doivent se rappeler les consignes avec les différentes parties du corps à toucher en fonction de celles énoncées.

### **2.2.2. Tâche 2 : Tri de cartes à changement de dimension (DCCS)**

Le DCCS se présente sous la forme de cartes tests représentant chacune un objet bidimensionnel : un lapin rouge ou un bateau bleu (Annexe 1). Ces cartes doivent être triées par l'enfant dans deux boîtes (Annexe 2) placées côte à côte (sans se toucher) sur lesquelles une carte cible est fixée (un lapin bleu ou un bateau rouge). Chaque carte test correspond à l'une des cartes cibles sur une dimension (la couleur par exemple) et à l'autre carte cible sur l'autre dimension (la forme).

Le test se déroule en cinq étapes : deux étapes de démonstration et trois étapes de pratiques évaluées. L'examineur est guidé durant tout le test, puisque qu'il dispose d'un tableau de

déroulement de la tâche, avec les différentes étapes, les consignes exactes écrites (il n'a qu'à les lire à l'enfant) et les réponses attendues.

La première étape est une démonstration. L'examineur présente les deux boîtes à l'enfant et explique la première règle : « Ici il y a un lapin bleu et là un bateau rouge [*l'examineur pointe les cartes collées sur les boîtes*]. Maintenant, nous allons jouer à un jeu de cartes. C'est le jeu des formes. Dans le jeu des formes, tous les lapins vont ici et tous les bateaux vont là [*l'examineur joint le geste à la parole*]. Voici un lapin, il va ici [*l'examineur pose la carte dans la boîte où il y a le lapin, face cachée*] ». Ensuite, l'examineur répète la consigne « Dans le jeu des formes tous les lapins vont ici et tous les bateaux vont là. Voici un bateau, où est-ce qu'il va ? » et montre la seconde carte à l'enfant, qui doit la placer dans la bonne boîte. Si l'enfant prend la carte et la place correctement ou s'il montre du doigt la bonne boîte, l'examineur dit : « Très bien. Tu sais jouer au jeu des formes ». Si l'enfant trie mal, l'examineur dit : « Non, c'est un bateau, donc il doit aller là [*en montrant la bonne boîte*] dans le jeu des formes. Peux-tu m'aider à mettre ce bateau dedans ? » Après ces deux essais, on passe à l'étape suivante.

Dans la deuxième étape, nommée Pré-switch, l'examineur ne donne plus de feedback à l'enfant et comptabilise le nombre de réponses correctes. Cette étape est composée de six essais. Avant chaque essai, les consignes sont rappelées à l'enfant.

Dans la troisième étape, qui est le Post-switch, l'examineur annonce un changement de règle de la manière suivante : « Maintenant on va faire un nouveau jeu. On ne va plus jouer au jeu des formes, on va jouer au jeu des couleurs. Dans le jeu des couleurs, tous les bleus vont ici [*en pointant du doigt la bonne boîte*] et tous les rouges vont là ». Durant cette étape, l'examineur ne fournit pas de feedback et comptabilise les réponses correctes. Cette étape est aussi composée de six essais. Les consignes sont toujours rappelées avant chaque essai. Le test se poursuit uniquement si l'enfant obtient un score d'au moins 5/6 au Pré-switch et au Post-switch.

La quatrième étape est une démonstration. Durant celle-ci, de nouvelles cartes sont introduites. Elles conservent les visuels précédents (lapin rouge et bateau bleu), mais certains sont entourés par un cadre noir (Annexe 1). L'examineur donne les nouvelles règles à l'enfant de la façon suivante : « Tu as très bien joué. Maintenant j'ai un jeu un peu plus difficile pour toi. Dans ce jeu, parfois il y a des cartes avec un cadre noir autour comme ça [*l'examineur fait le tour du cadre avec son doigt*]. Si tu vois une carte avec un cadre noir autour, tu dois jouer au jeu des couleurs. Dans le jeu des couleurs, tous les bleus vont ici et tous les rouges vont là. C'est un

rouge, donc je vais le mettre là [*l'examineur la dépose dans la bonne boîte*]. Mais si la carte n'a pas de cadre noir, comme ça [*l'examineur montre le lapin rouge sans cadre*], tu dois jouer au jeu des formes. Dans le jeu des formes, si c'est un lapin il va ici mais si c'est un bateau il va là [*l'examineur montre les boîtes au fur et à mesure*]. C'est un lapin, donc je vais le mettre ici [*l'examineur dépose la carte dans la bonne boîte*]. D'accord ? Maintenant c'est ton tour ». Après cette démonstration, on passe à l'étape suivante.

Dans la cinquième et dernière étape, que l'on appellera Cadre, les enfants ont douze essais pour trier les cartes selon la dernière règle expliquée. L'examineur redonne la règle avant chaque essai et ne fournit pas de feedback à l'enfant. Le score de cette étape est donné par le nombre de réponses correctes de l'enfant sur les douze essais.

Ce test peut être réalisé de deux manières différentes, qui sont identiques du point de vue de la méthode mais qui diffèrent uniquement sur l'ordre dans lequel sont présentées les cartes aux enfants. En effet, sur les 81 enfants qui ont passé le test du DCCS, 45 ont commencé par le tri selon la forme (ordre 1) et 36 ont commencé le tri selon la couleur (ordre 2).

Pour réussir le test, les enfants doivent être capables de changer leur façon de trier les cartes tests en fonction du changement de consigne et donc faire preuve de flexibilité cognitive. Ainsi, dans le cadre de ce mémoire de recherche, ce test sert à évaluer la **flexibilité cognitive** des enfants.

### 2.2.3. Tâche 3 : Traçage de piste – préscolaire (Trail-P)

Le Trail-P est une version adaptée aux enfants (qui ne maîtrisent pas parfaitement l'ordre des lettres ou la suite numérique) du Trail Making Test. Le test se déroule en trois étapes successives elles-mêmes découpée en trois sous-parties : démonstration, pratique et évaluation. Le score à chaque étape est le temps en secondes qu'a mis l'enfant pour tracer la piste correctement.

Les deux planches de traçage de piste utilisées pour la première étape (feuilles format A4 glissées dans une pochette plastique transparente) contiennent uniquement des souris de tailles différentes. L'objectif de cette étape est de relier toutes les souris de la plus petite à la plus grande, sans lever le crayon. La tâche commence avec la planche de démonstration (Annexe 3). Le haut de cette planche est réservé à la démonstration de l'examineur, où ce dernier relie lui-même les souris à titre d'exemple. Le bas de la planche sert d'entraînement à l'enfant, pour voir s'il a bien compris ce qu'il doit faire (il fait un « tracé test » qui ne compte pas dans les



résultats). Pour réaliser ce tracé, un feutre ardoise est mis à disposition de l'enfant et positionné sur la plus petite souris. Si l'enfant se trompe dans son tracé, l'examineur annonce qu'il y a eu une erreur, sans l'expliquer, et repositionne la main de l'enfant tenant le crayon sur le dernier résultat correct, puis lui demande de réessayer. Ensuite, l'examineur dispose devant l'enfant la feuille plastifiée d'évaluation de la première étape, demande à l'enfant de poser la pointe de son feutre ardoise sur la plus petite souris, et enclenche le chronomètre lorsque l'enfant est prêt à commencer le tracé. Cette première planche d'évaluation (Annexe 4) est celle qu'on appellera « contrôle ».

Dans la deuxième étape, des visuels de fromages sont ajoutés aux visuels de souris. La procédure est la même que dans l'étape précédente, au détail près que l'enfant a pour objectif de relier les visuels en alternant entre souris et fromage, toujours dans l'ordre croissant des tailles (plus petite souris, plus petit fromage, deuxième plus petite souris, deuxième plus petit fromage, etc.) La planche de démonstration et d'entraînement (Annexe 5) fonctionne de la même manière que la précédente, en incluant les dessins de fromages. La planche d'évaluation (Annexe 6), que l'on appellera « fromage », est ensuite traitée par l'enfant comme dans la première étape.

Dans la troisième étape, des visuels dits perturbateurs (chien, gorille, lapin, os, carotte et banane) ont été ajoutés aux souris et fromages. La procédure est identique à celle des deux étapes précédentes, mais une consigne est rajoutée : le trait de crayon ne doit pas toucher les visuels perturbateurs (Annexe 7). Si l'enfant touche un visuel perturbateur lorsqu'il relie les souris et les fromages par ordre croissant de tailles, alors cela compte comme une erreur. Dans ce cas, l'examineur arrête de chronomètre, annonce qu'il y a une erreur, et replace la main de l'enfant contenant le crayon sur le dernier visuel correct. La planche d'évaluation de cette étape (Annexe 8) est celle que l'on appellera « perturbateurs ».

Ce test permet d'évaluer la **flexibilité** des enfants, puisqu'ils doivent faire preuve de souplesse cognitive pour alterner entre les souris et les fromages lorsqu'ils les relient du plus petit au plus grand. Il permet également d'évaluer l'**inhibition** des enfants, puisqu'ils doivent se retenir de toucher les visuels perturbateurs lorsqu'ils tracent leur piste.

#### **2.2.4. Tâche 4 : Empan inverse**

Cette tâche est composée de trois tests d'empan inverse différents : un test d'empan visuo-spatial inverse nommé « Blocs de Corsi », un test d'empan de chiffres inverse, et un test d'empan de mots inverse.

Dans l'ordre, le premier test passé par les enfants est celui d'empan visuo-spatial inverse (Blocs de Corsi). Il consiste à reproduire, ici en ordre inverse, une séquence de mouvements de pointage de différents cubes montrés par l'examineur. Le nombre de blocs augmente progressivement et permet de déterminer l'empan visuo-spatial qui est le nombre maximum de blocs que l'enfant rappelle sans erreur. Lors de ce test, l'examineur et l'enfant se positionnent face à face, de part et d'autre d'une planche sur laquelle sont collés neuf cubes indiscernables (Annexe 9). De sa place, contrairement à l'enfant, l'examineur peut voir une lettre allant de A à I sur chaque cube. Lorsqu'il donne verbalement les consignes à l'enfant, l'examineur introduit une marionnette et explique qu'elle a la particularité de tout faire à l'envers, puis fait lui-même une démonstration de la tâche. Pour cela, il pointe avec son doigt le haut des cubes A puis B (au rythme d'un cube par seconde), réexplique que la marionnette fait tout à l'envers, et pointe ensuite avec la main de la marionnette le haut des cubes B puis A. Ensuite, il demande à l'enfant de faire comme la marionnette, donc de montrer à l'envers la séquence que propose à chaque fois l'examineur. Si l'enfant répond correctement, il passe à l'étape suivante. S'il fait une erreur, l'examineur refait une démonstration avant de passer à l'étape suivante. L'étape suivante est composée de cinq séries de deux essais. Dans la première série, l'examineur montre deux blocs différents et l'enfant doit montrer les mêmes blocs dans l'ordre inverse. S'il se trompe lors des deux essais, le test s'arrête. L'enfant obtient un point par réponse correcte. Dans la seconde série, l'examineur montre trois blocs différents que l'enfant doit pointer dans l'ordre inverse. Si les deux essais sont erronés, le test s'arrête ici. Les trois autres séries s'enchaînent de la même manière, avec quatre blocs puis cinq de pointés. L'enfant obtient un score compris entre 0 et 10.

Le deuxième test est celui d'empan de chiffres inverse. Dans un premier temps, l'examineur rappelle que la marionnette fait tout à l'envers et ajoute que cela est aussi valable pour les chiffres. L'examineur donne alors un exemple en expliquant à l'oral que s'il dit 9 puis 6, la marionnette va dire 6 puis 9, puis demande à l'enfant de faire comme la marionnette. Comme pour le test des Blocs de Corsi, le test est composé de cinq séries de deux essais. Dans la première série, l'examineur dit deux chiffres et l'enfant doit répéter ces deux chiffres dans l'ordre inverse. S'il se trompe sur les deux essais, le test s'arrête. Comme précédemment,

l'enfant obtient un point par réponse correcte. Dans la seconde série, l'examineur dit trois chiffres différents que l'enfant doit restituer dans l'ordre inverse. Si les deux essais sont erronés, le test s'arrête ici. Les trois autres séries s'enchaînent de la même manière, avec quatre blocs puis cinq de pointés. L'enfant obtient un score compris entre 0 et 10.

Le troisième et dernier test est celui d'empan de mots inverse. Il est aussi composé de cinq séries de deux essais et se déroule exactement de la même manière que celui d'empan de chiffres inverse, à la nuance près que les chiffres sont remplacés par des mots. Par exemple, si l'examineur dit « chat » puis « bouche », l'enfant doit dire « bouche » puis « chat ». La seconde étape est découpée en séries de deux essais. Encore une fois, l'enfant obtient un score compris entre 0 et 10.

Les scores aux trois tests sont ensuite additionnés pour former un score total (score MdT Spatial + score MdT Chiffres + score MdT Mots = score MdT Composite). Ces trois tests servent à évaluer la **mémoire de travail**, car le sujet doit mémoriser une série d'informations, puis la traiter pour pouvoir la restituer dans l'ordre inverse. Plus un enfant obtient un score total élevé à cette tâche, meilleure est sa mémoire de travail.

### **2.2.5. Tâche 5 : Résolution d'un puzzle**

Le même puzzle (Annexe 10) a été utilisé pour les élèves des différents niveaux de classe de l'ensemble des examineurs. Ce puzzle est rectangulaire et composé de 30 pièces en carton rigide. Il représente les personnages d'un dessin animé (connu par une partie des enfants) et est accompagné d'un modèle imprimé sur papier, à la même échelle que le dessin du puzzle.

Le test de résolution du puzzle s'est déroulé en deux étapes : une étape de réalisation du puzzle, suivie d'une étape d'échange entre l'examineur et l'enfant sur la stratégie utilisée. Avant de commencer le test, toutes les pièces du puzzle sont disposées de manière aléatoire à plat sur la table, faces visibles, devant l'enfant. La feuille comportant le modèle du puzzle est à proximité de l'enfant. Dans la première étape, l'examineur explique à l'enfant qu'il doit faire le puzzle présent sur la table et lui demande d'indiquer quand il est prêt à commencer. Au signal de l'enfant, il déclenche le chronomètre. L'examineur reste près de l'enfant pour pouvoir compter le nombre de tentatives d'emboîtement erronées, le nombre de demandes d'aide et la stratégie globale utilisée par l'enfant (Annexe 11). Si l'enfant demande de l'aide à l'examineur, alors ce dernier l'encourage verbalement sans l'aider dans sa résolution du

puzzle. L'examineur arrête le chronomètre lorsque l'enfant a terminé le puzzle ou s'il a dépassé les 10 minutes. Dans ce deuxième cas, le temps total mis par l'enfant pour résoudre le puzzle est calculé. Par exemple, si l'enfant a correctement placé 10 pièces en 10 minutes, on estime qu'il a placé 1 pièce par minute, et qu'il aurait donc mis 30 minutes pour placer les 30 pièces et ainsi finir le puzzle. Le score au puzzle correspond au temps en secondes mis par l'enfant pour résoudre le puzzle, qu'il soit réel ou calculé.

Dans la seconde étape, l'examineur présente à l'enfant une feuille A4 plastifiée sur laquelle des visuels de nounours faisant un puzzle de différentes manières sont imprimés (Annexe 11). Sur cette feuille répertoriant les stratégies globales de résolution de puzzle, le nounours bleu utilise la stratégie structurante. Le nounours jaune, lui, utilise la stratégie figurative. Enfin, le nounours vert utilise une stratégie aléatoire. Pour terminer ce test, l'examineur demande à l'enfant de montrer sur cette feuille le nounours qui emploie la même stratégie que lui lors de ce test.

### **3. Résultats**

#### **3.1. Analyse de moyennes et écarts-types**

Lorsque tous les tests ont été passés par les enfants, une mise en commun des différents examinateurs a été faite. Cette mise en commun a pour objectif d'étudier les résultats en analysant les moyennes et écarts-types des scores obtenus par les participants aux différents tests, et de vérifier s'il existe des liens de corrélation ou de régression. Les calculs de statistiques ont été effectués avec le logiciel Statistica.

##### **3.1.1. Moyennes et écarts-types des temps de résolutions de puzzle**

Sur les 82 élèves de l'échantillon total, 76 élèves ont passé le test de résolution de puzzle. A partir du temps de résolution de puzzle de chaque élève, les moyennes et les écarts-types (ET) ont été calculés pour chaque niveau de classe et pour chaque stratégie de résolution mise en œuvre (tab. 1).

	Nombre d'élèves	Temps moyen de résolution (sec)	Ecart type (sec)
<b>Petite Section</b>	13	1902	927
<b>Moyenne Section</b>	50	860	660
<b>Grande Section</b>	13	545	207
<b>Stratégie structurante</b>	12	1212	687
<b>Stratégie figurative</b>	47	762	539
<b>Stratégie aléatoire</b>	18	1426	1118

*Tableau 1 : nombre d'élèves, temps moyen et écarts-types au test de résolution de puzzle en fonction du niveau de classe et de la stratégie utilisée.*

### 3.1.2. Moyennes et écarts-types des scores obtenus aux différents tests

A partir des scores obtenus par les élèves, les moyennes et écarts-types (ET) ont été calculés par section, et cela pour chacun des tests permettant d'évaluer les FE (tab. 2).

		PS		MS		GS	
		Moyenne	ET	Moyenne	ET	Moyenne	ET
<b>TEGP</b>	TEGP 1	6,38	6,74	13,86	6,08	16,16	3,34
	TEGP 1+2	9,38	10,71	22,88	11,52	29,00	6,87
	TEGP 1+2+3	10,46	12,27	28,32	16,48	33,68	9,82
<b>DCCS</b>	Cadre	6,69	2,01	6,38	2,42	7,42	1,93
<b>Trail-P</b>	Fromage - Contrôle	43,66	33,56	28,08	30,49	15,59	17,71
	Perturbateur - Contrôle	56,30	40,01	42,85	43,56	21,38	16,05
	Perturbateur - Fromage	12,64	38,00	14,77	28,88	5,78	18,03
<b>Empan inverse</b>	Spatial	1,31	0,99	2,88	2,29	5,17	1,34
	Chiffres	1,00	1,04	2,26	1,52	4,17	0,90
	Mots	1,69	1,14	2,38	1,53	3,50	0,96
	Composite	1,33	0,90	2,51	1,61	4,28	0,97

*Tableau 2 : Scores moyens et écarts types (ET) pour les différents tests des FE.*

### 3.2. Analyses de régression

Pour les élèves ayant passé le test de résolution de puzzle, des analyses de régression ont été effectuées. Les analyses de régression calculent la relation estimée entre une variable prédite et une ou plusieurs variables prédictives. Afin de déterminer les potentielles régressions, la loi de Fisher-Snedecor a été utilisée. L'objectif était de savoir si les scores obtenus pour chaque test sont prédictifs du temps de résolution de puzzle. Chaque test servant à évaluer une des FE (tab. 3), il serait alors possible de valider ou non les hypothèses de départ grâce à ces analyses de régression.

Variable prédite	Variables prédictives	
Temps de résolution du puzzle	Scores aux tests pratiqués	FE évaluées
	Score total TEGP (TEGP 1+2+3)	Inhibition
	Score total DCCS	Flexibilité
	Score Trail-P (Fromage – Contrôle)	Flexibilité
	Score Trail-P (Perturbateur – Contrôle)	Flexibilité et inhibition
	Score Trail-P (Perturbateur – Fromage)	Inhibition
	Score Empan spatial inverse	MdT spatiale
	Score Empan de chiffres inverse	MdT chiffres
	Score Empan de mots inverse	MdT mots
	Score total Empan inverse	MdT composite
	Nombre de tentatives d'emboîtement erronées	

Tableau 3 : FE évaluée pour chaque test.

Il faut toutefois être prudent avec l'analyse des résultats car les participants n'ont pas été traités de la même façon lors du déroulement de chaque test. En effet, selon l'expérimentateur, des consignes légèrement différentes ont pu être verbalisées aux enfants, et les conditions d'évaluations n'étaient pas exactement les mêmes pour l'ensemble des participants (par exemple, le test a pu se dérouler au fond de la classe, dans un couloir, dans une pièce plus isolée, avec ou sans bruit, avec encouragement ou non). Il y a un **effet expérimentateur**  $F(4,55)=5.8279$ ,  $p<.01$  ( $p<.01$  signifie qu'il y a moins d'une chance sur 1000 qu'on se trompe en disant qu'il y a un effet expérimentateur).

### 3.2.1. Liens entre le score total au test d'empan inverse et le score au puzzle

Les analyses de régression (fig. 1) montrent qu'il y a un effet prédictif du score total au test d'empan inverse (MdT composite) sur le temps de résolution du puzzle (Temps puzzle extrapolé),  $F(1,51)=12,02$ ,  $p<.01$ .

Ainsi, plus un enfant a un score total élevé au test d'empan inverse, moins il met de temps pour réaliser le puzzle.

Par convention, on considère le résultat comme significatif lorsque  $p<.05$ .

En faisant une analyse statistique de type F (Fischer) avec un degré de liberté de (1,51), qui est ici la taille de notre échantillon conservé puisqu'il contient des données exploitables, nous avons moins d'un pourcent de chance (p) de nous tromper en généralisant ce résultat, à savoir en disant que l'on aurait des résultats identiques sur une population similaire (des enfants de 3 à 6 ans, scolarisés dans une école présentant une mixité sociale).

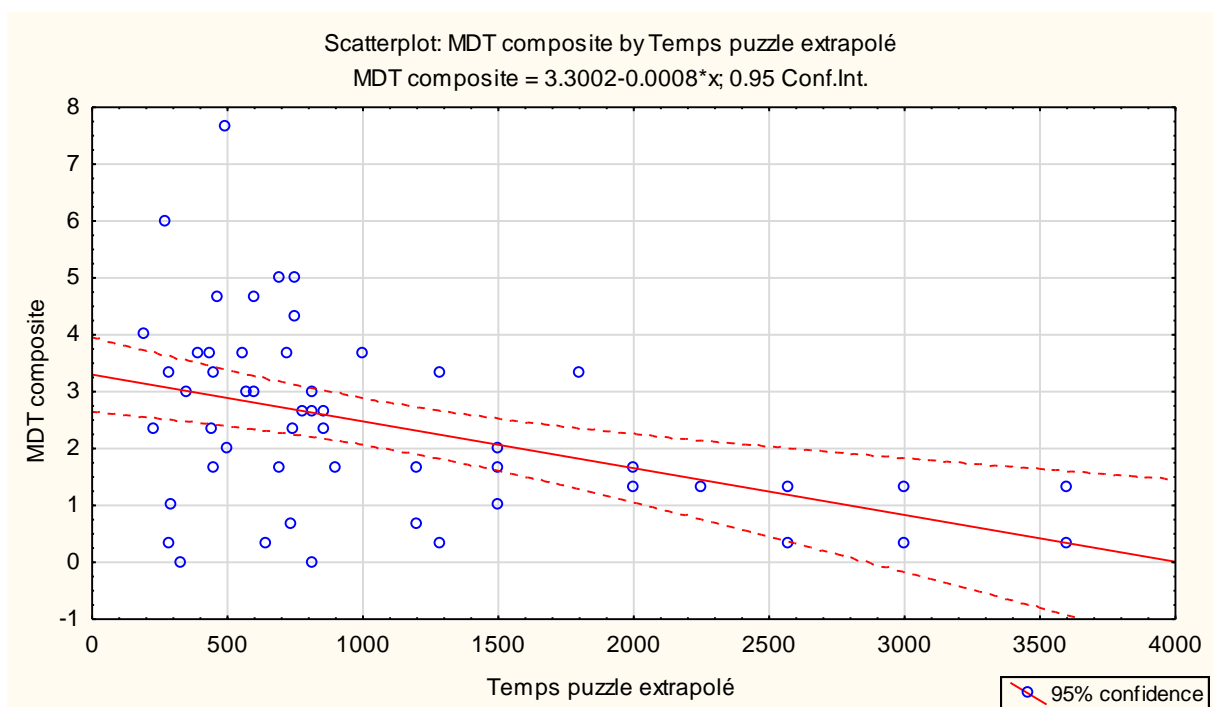


Figure 1 : Temps de résolution du puzzle en fonction de la MdT composite

### 3.2.2. Liens entre le score total au test TEGP et le score au puzzle

Les analyses de régression (fig. 2) montrent qu'il y a un effet prédictif du score total au test TEGP (TEGP 1+2+3) sur le temps de résolution du puzzle (Temps puzzle extrapolé),  $F(1,74)=17,59$ ,  $p<.0001$ .

Cela signifie qu'en faisant une analyse statistique de type F (Fischer) avec un degré de liberté de (1,74) qui est ici la taille de notre échantillon conservé car il contient des données exploitables, nous avons moins d'une chance sur dix mille de nous tromper en généralisant ce résultat, à savoir en disant que l'on aurait des résultats identiques sur la population parente.

Ainsi, plus un enfant a un score total élevé au test TEGP, moins il met de temps pour réaliser le puzzle.

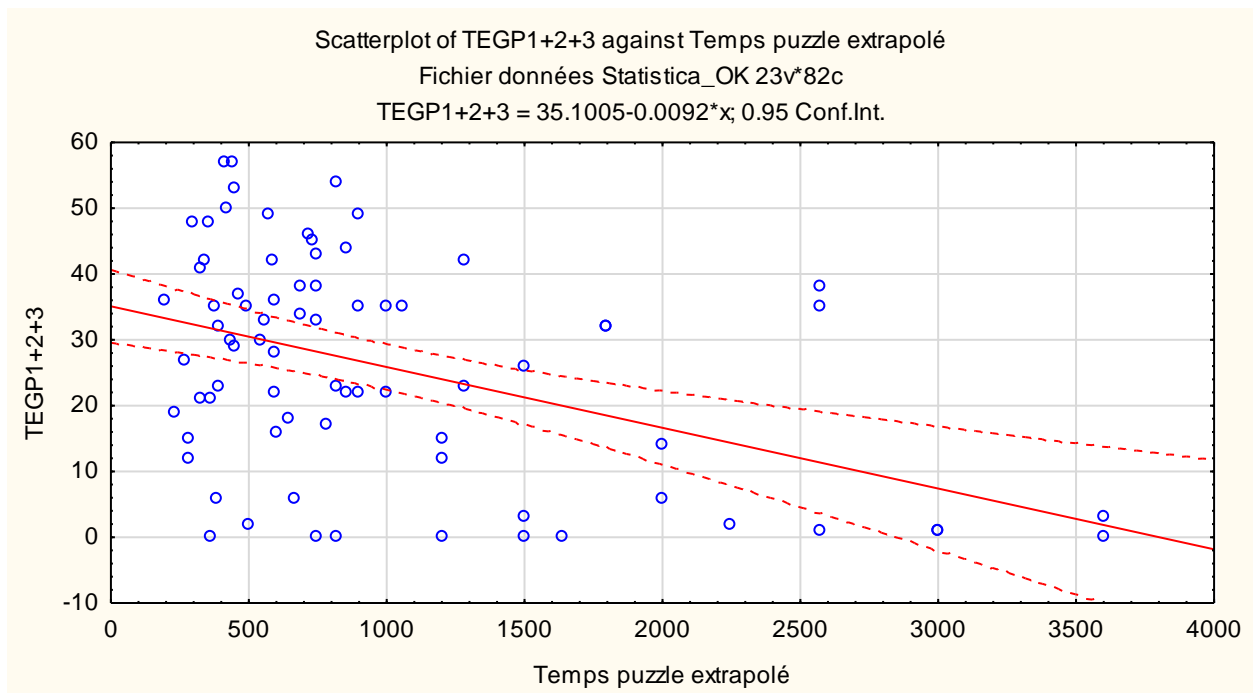
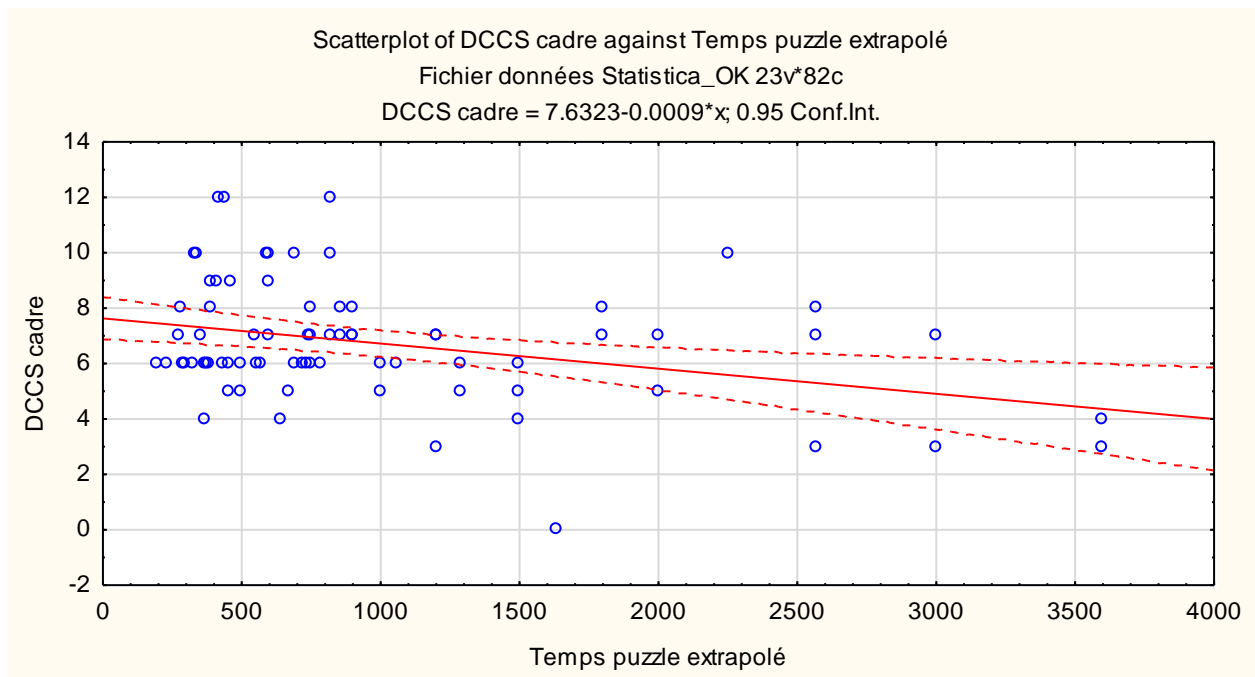


Figure 2 : Temps de résolution du puzzle en fonction du score TEGP 1+2+3

### 3.2.3. Liens entre le score total au test DCCS et le score au puzzle

Les analyses de régression (fig. 3) montrent qu'il y a un effet prédictif du score total au test DCCS (DCCS cadre) sur le temps de résolution du puzzle (Temps puzzle extrapolé),  $F(1,73)=9,09$ ,  $p<.01$





*Figure 3 : Temps de résolution du puzzle en fonction du score au DCCS (cadre)*

Cela signifie qu'en faisant une analyse statistique de type F (Fischer) avec un degré de liberté de (1,73), nous avons moins d'un pourcent de chance de nous tromper en généralisant ce résultat, donc en disant que l'on aurait des résultats identiques sur la population parente.

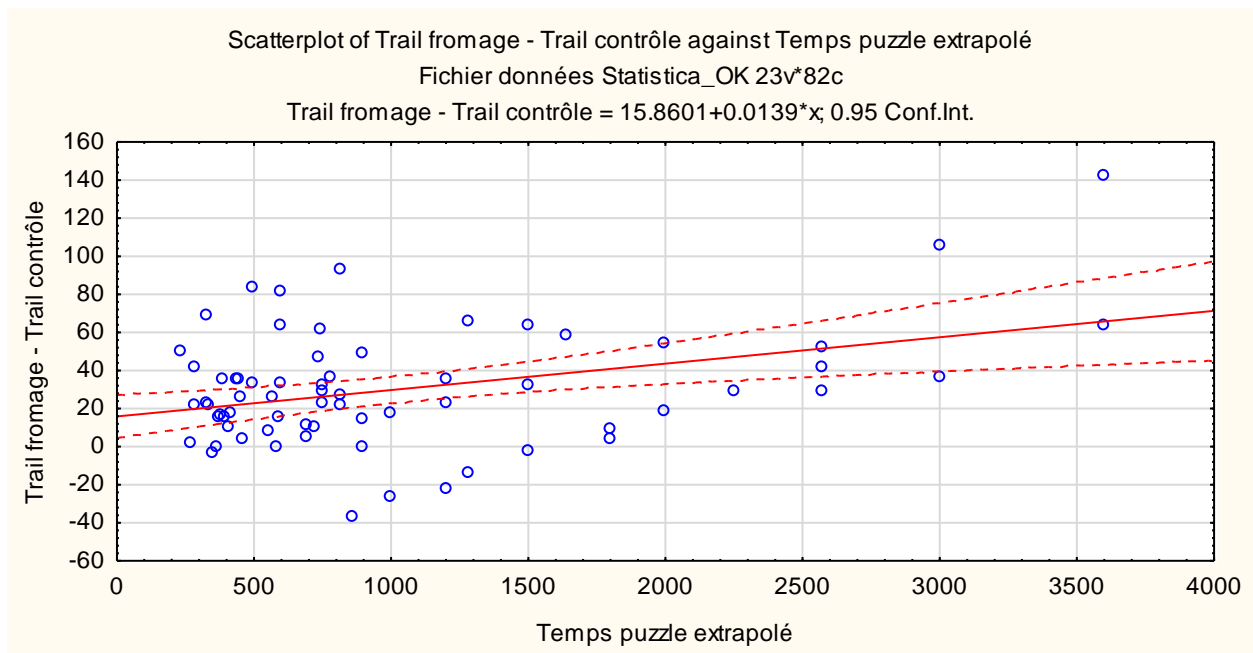
Ainsi, plus un enfant a un score total élevé au test DCCS, moins il met de temps pour réaliser le puzzle.

### 3.2.4. Liens entre les scores au test du Trail-P et le score au puzzle

Les analyses de régression (fig. 4) montrent qu'il y a un effet prédicteur du score « Trail-P (Fromage – Contrôle) » sur le temps de résolution du puzzle (Temps puzzle extrapolé),  $F(1,65)=10,57, p<.01$

Cela signifie qu'en faisant une analyse statistique de type F (Fischer) avec un degré de liberté de (1,65), nous avons moins d'un pourcent de chance de nous tromper en généralisant ce résultat, donc en disant que l'on aurait des résultats identiques sur la population parente.

Ainsi, plus un enfant a un score au Trail-P (Fromage – Contrôle) faible, moins il met de temps pour réaliser le puzzle.



*Figure 4 : Temps de résolution du puzzle en fonction du score au Trail-P (Fromage-Contrôle)*

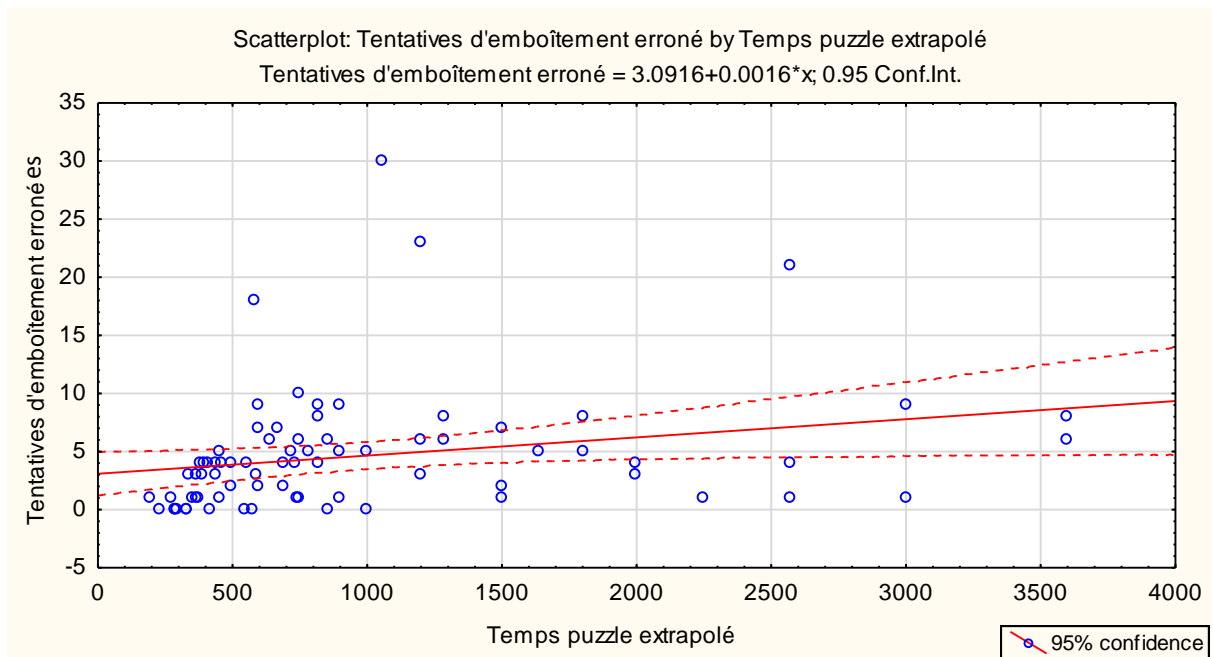
Il n'y a pas d'effet prédictif du score au Trail-P (Perturbateurs – Fromage) sur score extrapolé au puzzle ( $p > .10$ ).

### 3.2.5. Liens entre les tentatives d'emboîtement erronées et le score au puzzle

Les analyses de régression (fig. 5) montrent qu'il y a un effet prédictif du nombre de tentatives d'emboîtement erronées lors de la réalisation du puzzle sur son temps de résolution (Temps puzzle extrapolé),  $F(1,74)=4,44$ ,  $p < .05$ .

Cela signifie qu'en faisant une analyse statistique de type F (Fischer) avec un degré de liberté de (1,74), nous avons moins de 5 pourcents de chance de nous tromper en généralisant ce résultat, donc en disant que l'on aurait des résultats identiques sur la population parente.

Ainsi, plus un enfant fait des tentatives d'emboîtement erronées, plus il met du temps à réaliser son puzzle.



*Figure 5 : Temps de résolution du puzzle en fonction du nombre de tentatives d'emboîtement erronées*

### 3.2.6. Liens entre les tentatives d'emboîtement erronées et l'inhibition

Les analyses de régression ne montrent pas d'effet prédictif de l'inhibition au test TEGP1+2+3 sur les tentatives d'emboîtement erronées ( $p > .10$ ).

Les analyses de régression ne montrent pas non plus d'effet prédictif de l'inhibition au test Trail-P (Perturbateurs – Fromage) sur les tentatives d'emboîtement erronées ( $p > .10$ )

### 3.3. Corrélation entre les scores des différents tests des FE

Nous avons tenté d'établir un lien de corrélation entre chacun des scores aux tests des FE. Les résultats sont regroupés dans le Tableau 4. La qualité de la corrélation est déterminée avec le calcul du coefficient de corrélation  $r$ , compris entre -1 (corrélation négative parfaite) et 1 (corrélation positive parfaite). Plus  $r$  est proche de 0, moins il y a de corrélation entre les deux variables. Au contraire, plus  $r$  s'éloigne de 0, meilleure est la corrélation.

Variable	Correlations (Fichier données Statistica_définitif) Marked correlations are significant at $p < .05000$ N=49 (Casewise deletion of missing data)					
	MdT composite	DCCS cadre	TEG 1+2+	Trail-P (Fromage - Contrôle)	Trail-P (Perturbateurs - Contrôle)	Trail-P (Perturbateurs - Fromage)
MDT composite	1.000000	0.163607	<b>0.547004</b>	-0.269132	<b>-0.288449</b>	-0.140132
DCCS cadre	0.163607	1.000000	<b>0.370721</b>	-0.150243	-0.247583	-0.182234
TEGP1+2+3	<b>0.547004</b>	<b>0.370721</b>	1.000000	<b>-0.399015</b>	<b>-0.521035</b>	<b>-0.302327</b>
Trail-P (Fromage - Contrôle)	-0.269132	-0.150243	<b>-0.399015</b>	1.000000	<b>0.665252</b>	-0.083544
Trail-P (Perturbateurs - Contrôle)	<b>-0.288449</b>	-0.247583	<b>-0.521035</b>	<b>0.665252</b>	1.000000	<b>0.686497</b>
Trail-P (Perturbateurs - Fromage)	-0.140132	-0.182234	<b>-0.302327</b>	-0.083544	<b>0.686497</b>	1.000000

Tableau 4 : Corrélation entre les scores obtenus aux différents tests de FE

## 4. Discussion

### 4.1. Validation des hypothèses

D'après les études de différents chercheurs (Clark, Pritchard et Woodward (2010) ; Engel de Abreu *et al.*, (2014) ; Diamond (2009) ; Monette, Bigras et Guay (2015)), les résultats aux tests d'évaluation des FE chez des enfants préscolaires sont prédictifs de leur réussite scolaire à l'école primaire et d'éventuels troubles de type TDAH. Ainsi, pour prévenir les difficultés scolaires que pourrait rencontrer un élève, il serait intéressant d'évaluer ses FE dès l'école maternelle. Pour cela, il faut trouver un test mobilisant plusieurs FE.

Notre objectif était de savoir si le puzzle est un bon outil diagnostique de l'état des FE chez les enfants d'âge préscolaire. Pour cela, il fallait montrer que les enfants de cette tranche d'âge ayant des résultats probants aux différents tests neuropsychologiques des FE sont aussi performants lors de la réalisation de puzzles, et inversement.

Voici les hypothèses qui étaient proposées et sur lesquelles nous allons discuter dans l'ordre :

- Les élèves ayant la plus forte capacité d'inhibition sont les plus performants lors de la réalisation de puzzles.
- Les élèves ayant la meilleure mémoire de travail sont les plus performants lors de la réalisation de puzzles.
- Les élèves ayant le plus de flexibilité sont les plus performants lors de la réalisation de puzzles.
- Les élèves qui font le moins de tentatives d'emboîtement erronées sont les plus performants lors de la réalisation de puzzles.
- Les élèves qui utilisent la stratégie structurante pour réaliser le puzzle sont plus performants dans cette tâche.

Des analyses de régression ont été réalisées pour tenter d'établir une corrélation entre les différents tests de FE et le temps de résolution du puzzle.

Ces analyses montrent que plus un enfant a un score total élevé au test TEGP, moins il met de temps pour réaliser le puzzle (fig. 2). Or, ce test sert à évaluer l'inhibition d'un sujet. Ainsi, la première hypothèse, selon laquelle les élèves ayant la plus forte capacité d'**inhibition** sont les plus **performants lors de la réalisation de puzzles**, est validée. Cependant, il n'y a pas d'effet prédicteur du score au Trail-P (Perturbateurs – Fromage) sur le temps de résolution du puzzle. Ce score sert pourtant lui aussi à évaluer l'inhibition du sujet. Nous pouvons supposer que le TEGP et le Trail-P ne requièrent pas les mêmes processus d'inhibition. Le processus d'inhibition en jeu pendant le TEGP serait alors le même que lors de la réalisation du puzzle, alors que celui en jeu pendant le Trail-P serait différent. On pourrait alors penser que plus un enfant est capable de se retenir de faire un mouvement du bras vers une cible incorrecte, comme dans le TEGP, plus il serait capable de se retenir d'emboîter une pièce qui n'est pas la bonne. Le tableau de corrélation des scores aux tests des FE (tab. 4) montre une assez faible corrélation entre le score au TEGP et celui au Trail-P (Perturbateur – Fromage) avec  $r=-0.302327$ . Or, moins une corrélation est bonne, moins la part de processus communs est importante entre deux tâches. Cela pourrait en partie expliquer le fait que le score d'un seul des deux tests soit prédicteur du temps de résolution du puzzle. Ce phénomène pourrait également venir de l'impureté des tâches, puisque par exemple, le TEGP, en plus de nécessiter une bonne inhibition, demande au sujet de faire preuve de flexibilité lors du changement de consigne et

d'utiliser sa MdT pour se souvenir de la consigne et des parties du corps à toucher en fonction de celles énoncées.

Ces analyses de régressions montrent également que plus un enfant a un score total élevé au test d'empan inverse, moins il met de temps pour réaliser le puzzle (fig.1). Or, le test d'empan inverse sert à évaluer la mémoire de travail d'un sujet. Ainsi, la deuxième hypothèse, qui propose que les élèves ayant la meilleure **mémoire de travail** sont les plus **performants lors de la réalisation de puzzles**, est validée.

Les résultats montrent aussi que plus un enfant a un score total élevé au test DCCS, moins il met de temps pour réaliser le puzzle (fig. 3). Or, le DCCS a pour but d'évaluer la flexibilité d'un sujet. En outre, plus un enfant a un score au Trail-P (Fromage – Contrôle) faible, moins il met de temps pour réaliser le puzzle (fig. 4). Or, plus ce score est faible (moins de différence de temps entre la planche Fromage et la planche Contrôle), plus l'enfant est flexible. Cela veut dire que la troisième hypothèse, qui suggère que les élèves ayant le plus de **flexibilité** sont les plus **performants lors de la réalisation de puzzles**, est elle aussi validée.

La quatrième hypothèse est également validée. En effet, les analyses de régression montrent qu'il y a un effet prédicteur du nombre de tentatives d'emboîtement erronées lors de la réalisation du puzzle sur son temps de résolution (fig. 5). Plus un enfant fait des tentatives d'emboîtement erronées, plus il met du temps à réaliser son puzzle, et inversement, les élèves qui font le **moins de tentatives d'emboîtement erronées** sont les plus **performants lors de la réalisation de puzzles**. Cependant, puisque se retenir de faire des emboîtements erronés fait appel à l'inhibition de l'enfant, nous pensons que les scores obtenus par les enfants au TEGP et au Trail-P (Perturbateurs – Fromage) seraient prédicteurs du nombre de tentatives d'emboîtement erronées, mais ce n'est pas le cas.

La cinquième hypothèse n'est quant à elle pas validée. Nous proposons que les élèves qui utilisent la stratégie structurante pour réaliser le puzzle sont plus performants dans cette tâche, or, d'après les résultats, ce n'est pas le cas. En effet, en analysant les moyennes des temps de résolutions du puzzle en fonction de la stratégie employée par l'élève (tab. 1), nous constatons que les enfants qui ont mis le moins de temps (moyenne de 762 secondes) sont ceux qui ont utilisé la stratégie figurative. Cependant, les résultats montrent que la stratégie aléatoire est en effet la moins efficace, puisque que le temps moyen mis par les élèves ayant utilisé cette stratégie est de 1426 secondes. Enfin, le temps moyen mis par les élèves qui ont employé la stratégie structurante est de 1212 secondes. Ces résultats semblent montrer que chez les enfants

d'âge préscolaire, la stratégie de résolution de puzzle la plus efficace serait la stratégie figurative et pas la stratégie structurante. Cela peut venir du fait qu'en maternelle, la stratégie structurante n'est pas encore parfaitement maîtrisée par les élèves. Cela rejoint notre idée selon laquelle le puzzle nécessite un apprentissage. Il faudrait donc entraîner aussi tôt que possible (dès la maternelle) les élèves à commencer leur puzzle en utilisant la stratégie structurante, puis le continuer en employant la stratégie figurative, dans le but d'être le plus efficace possible.

## **4.2. Limites et perspectives**

### **4.2.1. Limites**

Si les résultats de cette étude semblent probants et valider plusieurs des hypothèses de recherche, il y a tout même quelques limites notables. Par exemple, lors de la réalisation du puzzle, nous arrêtons le chronomètre au bout de dix minutes, même si l'enfant n'a pas fini le puzzle, et calculons le temps qu'il aurait mis pour placer les pièces restantes. Or, quand nous notons le nombre de pièces que l'enfant a placées correctement et le nombre de pièces restantes au bout de dix minutes, mais n'arrêtons le chronomètre que lorsque l'enfant a terminé le puzzle, nous constatons que le temps de résolution calculé et le temps réel de résolution sont différents. En effet, le temps réel est presque systématiquement plus petit que le temps calculé, ce qui peut fausser nos résultats. Ensuite, lors des tests d'évaluation des FE, plusieurs obstacles ont un impact sur le bon déroulement ou le score des élèves. Le problème le plus flagrant est l'attention limitée des élèves de cet âge. Pour certains, l'attention soutenue est très faible. Parfois, des idées « parasites » leur viennent en plein milieu d'un test. Il est assez difficile dans une école de trouver un endroit calme, où il n'y a pas de passage et de bruits parasites, quand nous n'avons pas le droit d'être enfermés seuls avec un élève dans une pièce. Il faut donc essayer de trouver un compromis pour ne prendre aucun risque tout en maintenant à distance les interférences et les éléments distrayants. À d'autres moments, les élèves se lassent de l'activité (notamment pour le DCCS qui est très long et répétitif). Souvent aussi, les élèves se retrouvent en surcharge cognitive car l'activité est difficile pour eux, et finissent par se désinvestir de la tâche en répondant au hasard à la consigne. Il arrive également que des élèves réussissent parfaitement la phase de démonstration et échouent complètement le test lors de la phase d'évaluation (notamment au TEGP). De plus, lors du Trail-P, plusieurs problèmes surviennent. Par exemple, le fait de ne pas pouvoir lever le crayon pendant le tracé handicape les enfants, puisque leur main les gêne pour voir les visuels de chaque planche. Ensuite, les enfants ont comme un

blocage avec le croisement des traits, probablement dû au fait qu'on leur apprend à tracer des lignes verticales ou horizontales parallèles en graphisme. Enfin, certains élèves mettent moins de temps à faire la planche « Fromage » qu'à faire la planche « Contrôle », ce qui fausse les résultats (on obtient un score Trail-P (Fromage-Contrôle) négatif, alors que ce score est censé évaluer la flexibilité des sujets). En outre, une importante limite de cette étude et l'impureté des tâches. En effet, pour chaque test, nous ne sommes pas entièrement sûrs que le score de l'enfant reflète ses capacités pour une FE, puisque chaque tâche mobilise chez le sujet plusieurs FE. Enfin, nous constatons que lors de la passation des tests, il y a un effet expérimentateur. Cet effet peut être dû à des différences de méthodologies employées par les six examinateurs lors de la passation des tests, à des préjugés que chaque examinateur a sur ses élèves, à des consignes légèrement différentes données aux élèves en fonction de l'expérimentateur, ou encore à la quantité d'encouragements qui serait différente d'un groupe à l'autre. Cet effet expérimentateur a des conséquences sur les résultats de l'étude, ce qui constitue une limite importante.

#### **4.2.2. Perspectives**

Cette étude m'a appris plusieurs choses. D'abord, j'ai dû apprendre à me détacher de mon rôle d'enseignante pour adopter la posture de chercheur, ce qui n'a pas été une chose facile. Il a fallu plusieurs fois que je me retienne de faire des retours à mes élèves sur leur réponse à une consigne, et parfois que j'inhibe mon envie de les féliciter et de les encourager quand ce n'était pas possible (pour ne pas fausser les résultats). Lors de la phase expérimentale, j'ai appris à prendre le temps d'analyser les procédures et le comportement de mes élèves pendant une tâche, ce que je peux maintenant appliquer dans d'autres disciplines. Ensuite, j'ai pu voir à quel point il est important de faire réaliser des puzzles aux élèves et de leur enseigner les stratégies de résolution. Dans ma classe en début d'année, les puzzles faisaient partie des ateliers autonomes que les élèves pouvaient venir chercher lorsqu'ils avaient terminé un travail. Ils étaient aussi en libre accès le matin pendant l'accueil des élèves, et plutôt que de les considérer comme importants vecteurs d'apprentissage, je les réduisais à une activité ludique. Je me rends compte aujourd'hui que c'est une grosse erreur. En effet, seuls les enfants qui arrivaient tôt le matin ou qui étaient les plus rapides dans leur travail y avaient accès régulièrement, et je n'étais pas à côté d'eux lorsqu'ils les faisaient. Maintenant, je sais que la résolution de puzzles nécessite un apprentissage guidé par l'enseignant et qu'elle permet d'évaluer l'inhibition, la mémoire de travail et la flexibilité des élèves, sachant que ces trois fonctions exécutives sont nécessaires pour la réussite scolaire d'un enfant et son bon développement. Ainsi, la prochaine fois que



j'aurai une classe de cycle 1, j'accorderai une attention particulière à la place des puzzles dans ma programmation.

## **Conclusion**

Grâce à cette étude, nous avons montré que les enfants d'âge préscolaire ayant les meilleures capacités d'inhibition, de flexibilité et la meilleure mémoire de travail sont les plus performants lors de la résolution de puzzle. Cela veut dire que l'apprentissage de la résolution de puzzle et l'entraînement régulier à cette activité permettent d'améliorer les FE des élèves. Or les FE, à l'école comme dans la vie quotidienne des enfants, jouent un rôle important dans les situations d'apprentissage des différentes disciplines scolaires (Clark, Pritchard et Woodward, 2010 ; Engel de Abreu et al., 2014), ainsi que dans le processus de socialisation et dans le développement affectif (Diamond, 2009). Il y a donc un grand intérêt à les mobiliser et à les entraîner dès le plus jeune âge. Les tests de résolution de puzzle pourraient d'ailleurs servir d'évaluation diagnostique des fonctions exécutives des enfants.

## **Bibliographie**

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable?. *Child development*, 77(6), 1698-1716.

Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). Academic press.

Chevalier, N. (2010). Les fonctions exécutives chez l'enfant : Concepts et développement. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 51(3), 149.

Clark, C. A., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental psychology*, 46(5), 1176.

Cordier, F., & Pestel, J. (1986). Le puzzle : étude expérimentale d'un jeu à embarrasser. *Enfance*, 39(4), 445-451.

Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078.

Diamond, A. (1985). Development of the ability to use recall to guide action, as indicated by infants' performance on AB. *Child development*, 868-883.

Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318(5855), 1387-1388.

Diamond, A. (2009). All or none hypothesis: A global-default mode that characterizes the brain and mind. *Developmental Psychology*, 45, 130-138.

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.

Duval, S., Bouchard, C., & Pagé, P. (2017). Le développement des fonctions exécutives chez les enfants. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, (37), 121-137.

Engel de Abreu, P. M., Abreu, N., Nikaedo, C. C., Puglisi, M. L., Tourinho, C. J., Miranda, M. C., & Martin, R. (2014). Executive functioning and reading achievement in school: a study of Brazilian children assessed by their teachers as “poor readers”. *Frontiers in psychology*, 5, 550.

Fourneret, P., & Des Portes, V. (2017). Approche développementale des fonctions exécutives : du bébé à l’adolescence. *Archives de pédiatrie*, 24(1), 66-72.

Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological bulletin*, 134(1), 31.

McClelland, M. M., & Cameron, C. E. (2011). Self-regulation and academic achievement in elementary school children. *New directions for child and adolescent development*, 2011(133), 29-44.

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49–100.

MENESR (2015). Programme d'enseignement de l'école maternelle.

Repéré à

[https://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN\\_SPE\\_2/84/6/2015\\_BO\\_SPE\\_2\\_404846.pdf](https://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN_SPE_2/84/6/2015_BO_SPE_2_404846.pdf)

Le 06/04/2020

Monette, S., & Bigras, M. (2008). La mesure des fonctions exécutives chez les enfants d'âge préscolaire. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 49(4), 323.

Monette, S., Bigras, M., & Guay, M. C. (2015). Executive functions in kindergarteners with high levels of disruptive behaviours. *British Journal of Developmental Psychology*, 33(4), 446-463.

Roberts Jr, R. J., & Pennington, B. F. (1996). An interactive framework for examining prefrontal cognitive processes. *Developmental neuropsychology*, 12(1), 105-126.

Roy, A. (2015). Approche neuropsychologique des fonctions exécutives de l’enfant : état des lieux et éléments de prospective. *Revue de Neuropsychologie*, 4(7), 245-256.

Simpson, A., & Riggs, K. J. (2007). Under what conditions do young children have difficulty inhibiting manual actions?. *Developmental Psychology*, 43(2), 417.

Virat, M., & Clerc, J. (2017). Se contrôler à l'adolescence. *Les Cahiers Dynamiques*, (1), 33-45.

Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. *Blackwell handbook of childhood cognitive development*, 445-469.

## Annexes

### Table des annexes

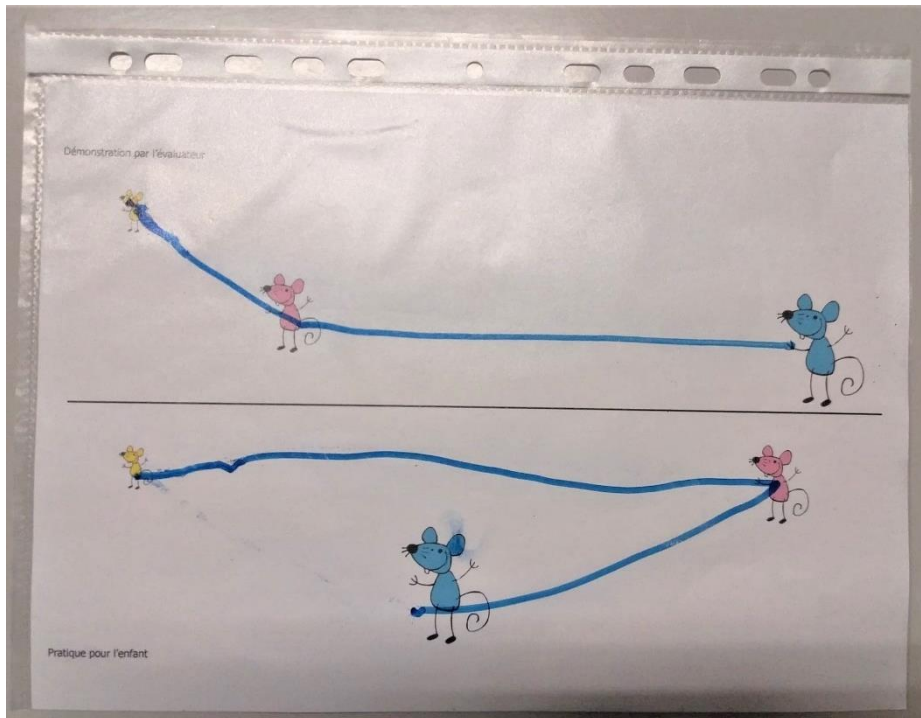
<b>Annexe 1</b> : Différentes cartes utilisée lors du DCCS.....	1
<b>Annexe 2</b> : Disposition des boites de tri pour le DCCS.....	2
<b>Annexe 3</b> : Production d'élève pour la planche "Contrôle" (démonstration) du Trail-P.....	2
<b>Annexe 4</b> : Production d'élève pour la planche "Contrôle" (évaluation) du Trail-P.....	3
<b>Annexe 5</b> : Production d'élève pour la planche "Fromage" (démonstration) du Trail-P.....	3
<b>Annexe 6</b> : Production d'élève pour la planche "Fromage" (évaluation) du Trail-P.....	4
<b>Annexe 7</b> : Production d'élève pour la planche "Perturbateur" (démonstration) du Trail-P.....	4
<b>Annexe 8</b> : Production d'élève pour la planche "Perturbateur" (évaluation) du Trail-P.....	5
<b>Annexe 9</b> : Blocs de Corsi utilisés pour la tâche d'empan visuo-spatial inverse.....	5
<b>Annexe 10</b> : Puzzle utilisé pour l'étude.....	6
<b>Annexe 11</b> : "Planche nounours" pour expliquer les stratégies de résolution de puzzle.....	6



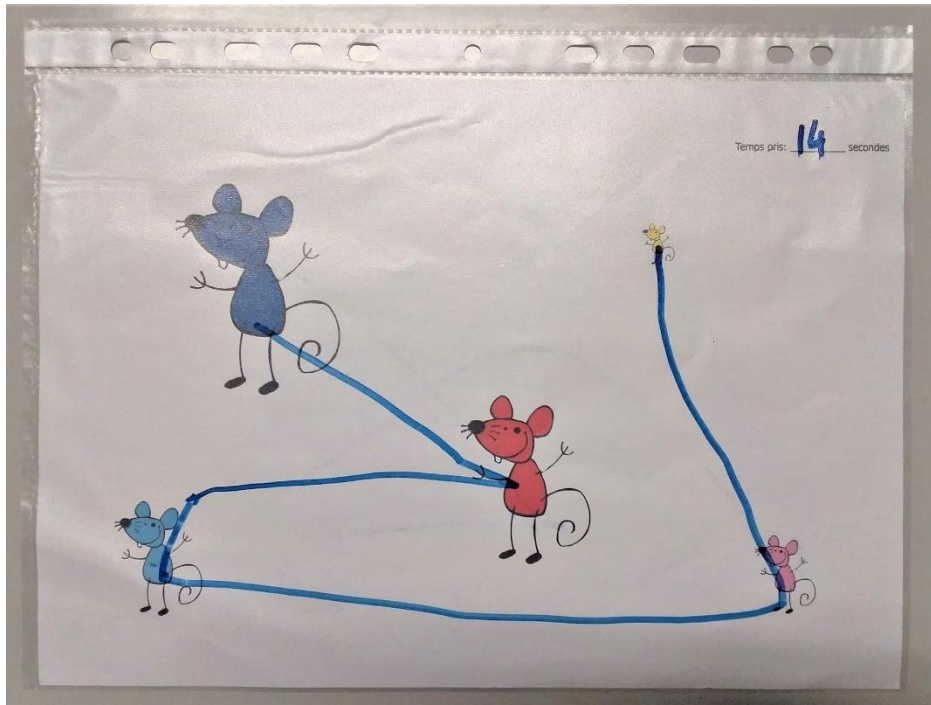
*Annexe 1 : Différentes cartes utilisée lors du DCCS*



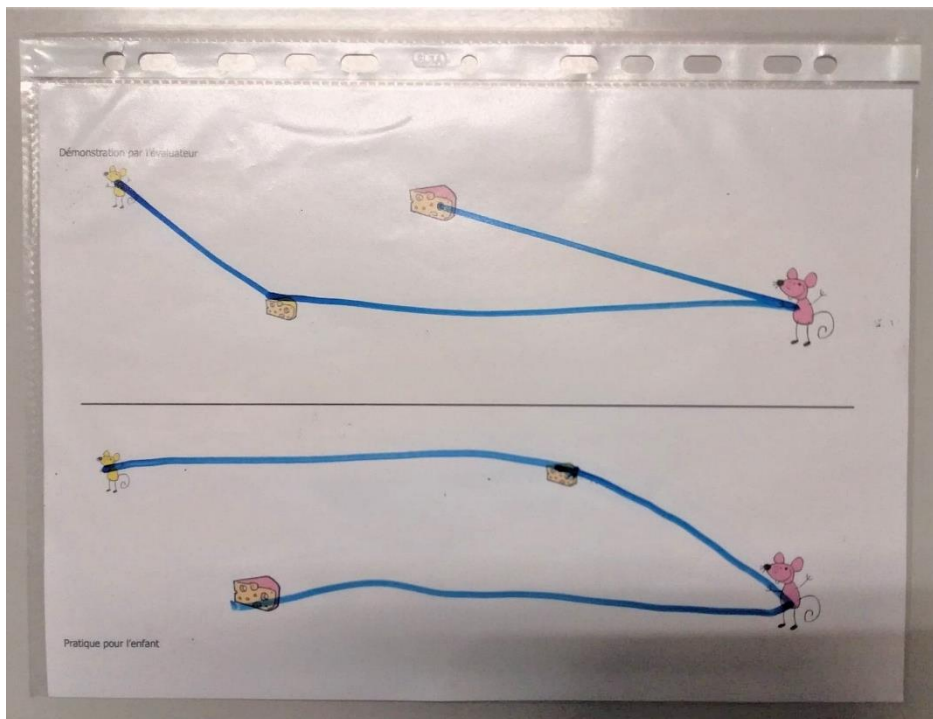
*Annexe 2 : Disposition des boites de tri pour le DCCS*



*Annexe 3 : Production d'élève pour la planche "Contrôle" (démonstration) du Trail-P*

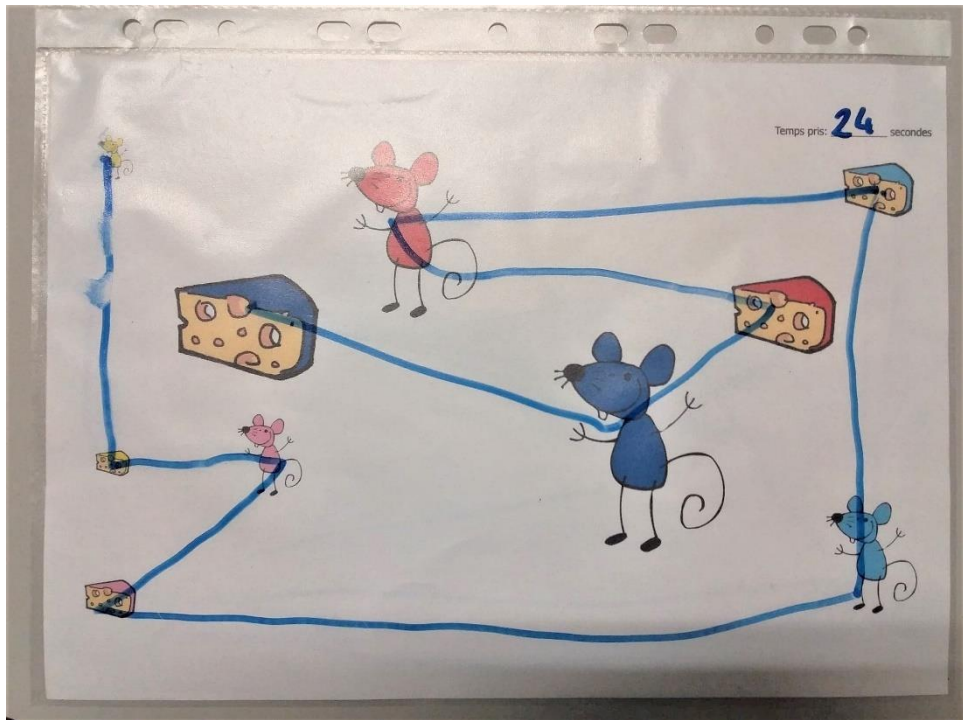


*Annexe 4 : Production d'élève pour la planche "Contrôle" (évaluation) du Trail-P*

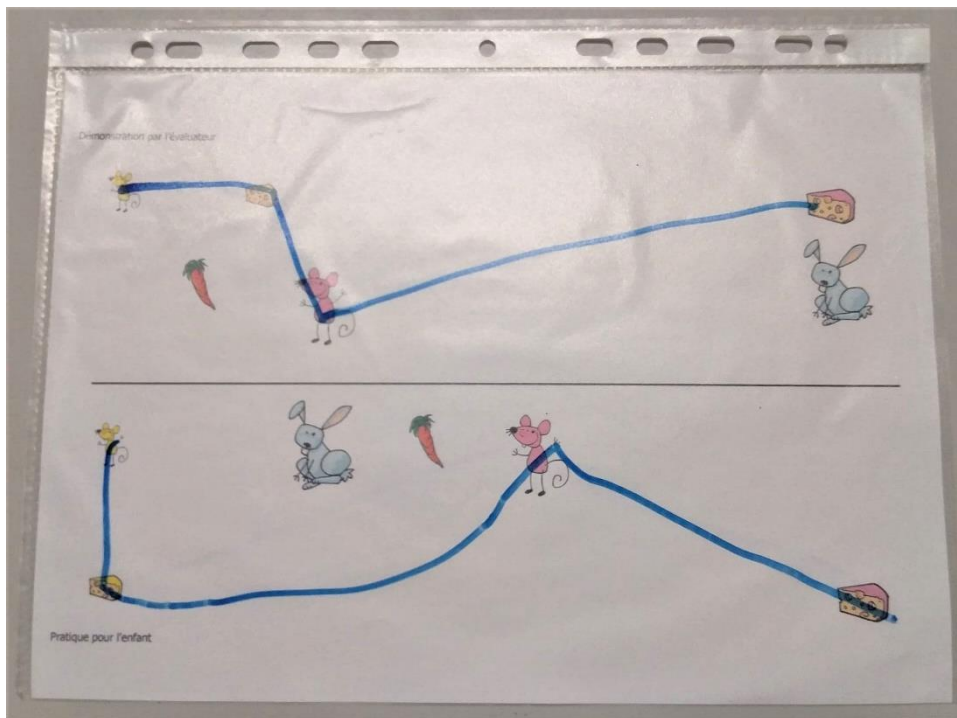


*Annexe 5 : Production d'élève pour la planche "Fromage" (démonstration) du Trail-P*



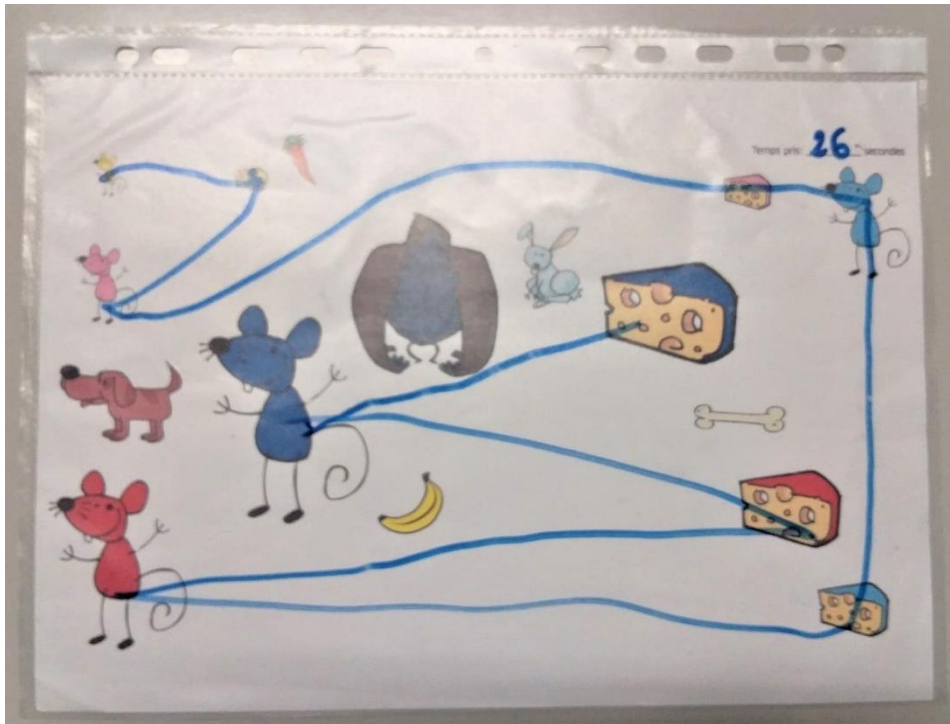


*Annexe 6 : Production d'élève pour la planche "Fromage" (évaluation) du Trail-P*

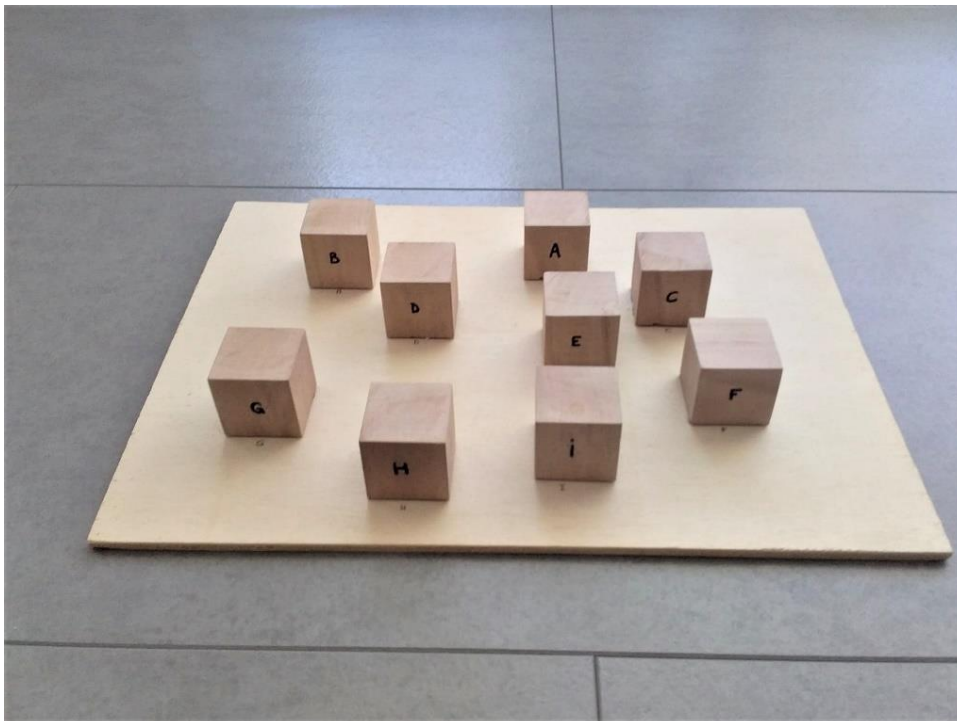


*Annexe 7 : Production d'élève pour la planche "Perturbateur" (démonstration) du Trail-P*





*Annexe 8 : Production d'élève pour la planche "Perturbateur" (évaluation) du Trail-P*



*Annexe 9 : Blocs de Corsi utilisés pour la tâche d'empan visuo-spatial inverse*



*Annexe 10 : Puzzle utilisé pour l'étude*



*Annexe 11 : "Planche nounours" pour expliquer les stratégies de résolution de puzzle*

**Année universitaire 2019-2020**

**Master 2 Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation**

**Mention Premier degré**

**Titre du mémoire :** Contrôler ses comportements et ses cognitions facilite-t-il la réalisation d'un puzzle ?

**Auteur :** Cloé INZAINA

**Résumé :** Les puzzles sont particulièrement prisés par les enfants dès leur plus jeune âge, par les parents à la maison et par les enseignants dans les classes de maternelle. La réalisation d'un puzzle n'est pas seulement une activité ludique, mais une activité de résolution de problèmes nécessitant une grande concentration, un auto-contrôle et un apprentissage. En psychologie, les fonctions de haut niveau permettant de contrôler ses comportements, cognition et émotions sont appelées fonctions exécutives. Trois fonctions exécutives fondamentales se développent dès la petite enfance : l'inhibition, la mémoire de travail et la flexibilité. L'objectif de ce mémoire est de montrer si les enfants d'âge préscolaire (3-6 ans) les plus performants aux différents tests des fonctions exécutives sont aussi les plus performants lors de la réalisation de puzzles. Pour cela, différents tests des FE sont passés par 82 enfants de maternelle, qui réalisent ensuite un puzzle. Des analyses de régressions sont ensuite faites pour déterminer si les tests des FE sont prédictifs du temps de résolution du puzzle. D'après ces analyses, les élèves qui ont une meilleure inhibition, mémoire de travail et flexibilité sont les plus performants lors de la réalisation de puzzles. Les puzzles peuvent donc servir d'évaluation diagnostique des FE des enfants de maternelle.

**Mots clés :** puzzle, fonctions exécutives, maternelle, inhibition, mémoire de travail, flexibilité.

**Summary:** Children from the earliest days, parents at home and preschool teachers are particularly fond of jigsaw puzzles. Assembling a puzzle is not just about playing. It is problem-solving activity that requires great focus, self-control and learning. In psychology, high level functions that allow a person to control his behavior, cognition and emotions are called executive functions (EF). Three fundamental EF develop from the early childhood: inhibition, working memory and flexibility. The aim of this thesis is to check if preschool children (3 to 6 years-old) who are the most effective to the various EF tests are also the most effective when they assemble puzzles. For this, various EF tests are passed by 82 kindergarten children, who then make a puzzle. Regression analyzes are then done to determine if the EF tests are predictive of the puzzle solving time. According to these analyzes, the pupils who have better inhibition, working memory and flexibility are the best for solving jigsaw puzzles. Puzzles can therefore serve as a diagnostic assessment of children's EF.

**Keywords:** jigsaw puzzle, executive functions, nursery school, inhibition, working memory, flexibility.